

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-242435

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C03B 37/018	C			
// G02B 6/00	356	A		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全5頁)

(21) 出願番号	特願平6-35582	(71) 出願人	000002060 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)3月7日	(72) 発明者	寺嶋 正美 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社群馬事業所内
		(72) 発明者	小出 弘行 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社群馬事業所内
		(72) 発明者	平沢 秀夫 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
		(74) 代理人	弁理士 山本 亮一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 本発明は光ファイバのコア偏心を解決し、コア偏心の少ない多孔質ガラス母材を製造するための光ファイバ用多孔質ガラス母材製造方法の提供を目的とするものである。

【構成】 本発明による光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、ターゲット部材を回転させながら、その長手方向にガス状ガラス材料を酸素ガス、水素ガスと共に燃焼させるバーナーを移動させ、ターゲット部材の周囲にガラススートを堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法において、ターゲット部材の1回転における回転ムラを2%以内に納めることを特徴とするものであり、この回転ムラを2%以内とするにはターゲット部材の回転ムラを検出し、その信号を回転モーターにフィードバックして回転数を制御するか、回転モーターにランダム信号を与えるようにするものである。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ターゲット部材を回転させながら、その長手方向にガス状ガラス原料を酸素ガス、水素ガスと共に燃焼させるバーナーを移動させ、ターゲット部材の周囲にガラススートを堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法において、ターゲット部材の 1 回転における回転ムラを 2 % 以内に納めることを特徴とする光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 2】 ターゲット部材の回転ムラを検出し、その信号を回転モーターにフィードバックして回転数を制御する請求項 1 に記載した光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 3】 回転モーターにランダム信号を与える請求項 1 に記載した光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法、特に光ファイバの偏心を解決するために偏心のないガラス母材を製造するための光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 石英ガラス棒などからなるターゲット部材を回転させながら、その長手方向に四塩化けい素や四塩化ゲルマニウムなどのガラス原料ガスを酸素ガスおよび水素ガスと共に燃焼させるバーナーを移動させ、この燃焼によって生成されるガラススートをこのターゲット部材の外周部に付着堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法は、いわゆる光ファイバ用多孔質ガラス母材の外付け製造方法としてよく知られている。

【 0 0 0 3 】 この場合、ターゲット部材は回転されており、この回転数は製造時間中一定である場合もあるし、製造時間内に種々の目的で変化させることもあるが、この回転数は一定時間内にどの位回転するかを表示するものであり、これはいわば回転運動の平均値を示しているにすぎないものである。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 他方、この多孔質ガラス母材はこれを高温で焼結して透明ガラス化して光ファイバ用ガラス母材としたのち、これを線引して光ファイバとするのであるが、この光ファイバについては図 6 に示したようにコアの中心 A と光ファイバの中心 B との間にズレ（偏心） δ があり、特にシングルモードファイバにおいてはコア径が 8 ~ 10 μm ときわめて細いためにこの偏心が大きいために 2 つのファイバを接続すると接続損失が大きくなるという問題が生ずる。

【 0 0 0 5 】 しかし、光ファイバにおけるこのコアの偏心は多孔質ガラス母材を製造するときに生じるものであり、一旦偏心の大きいガラス母材ができると、後の線引などの工程ではこれを修正することができない。そのた

め、これについてはガラス母材の偏心量を測定し、その偏心量に応じてフッ酸などでエッチングしてこの偏心を修正するという方法もとられているが、これには相当な時間と労力が必要とされるという問題点がある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】 本発明はこのような不利、問題点を解決した光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法に関するものであり、これはターゲット部材を回転させながら、その長手方向にガス状ガラス原料を酸素ガス、水素ガスと共に燃焼させるバーナーを移動させ、ターゲット部材の周囲にガラススートを堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法において、ターゲット部材の 1 回転における回転ムラを 2 % 以内に納めることを特徴とするものである。

【 0 0 0 7 】 すなわち、本発明者らは偏心のない光ファイバ用ガラス母材の製造方法を開発すべく種々検討した結果、光ファイバ用ガラス母材における偏心の発生は多孔質ガラス母材の製造時においてターゲット部材の回転における 1 回転中の回転速度の周期的な変動（回転ムラ）に基づくものであることを見出し、このガラス母材の偏心をなくするためには多孔質ガラス母材の製造時のターゲット部材の 1 回転における周期的な回転ムラを 2 % 以内、好ましくは 1 % 以内とすれば光ファイバのコアの偏心量を 0.6 μm 以下にすることができ、接続損失を 0.05dB 以下に抑えるということ、またはこれを 2 % 以内とするためにはこのターゲット部材の回転ムラを検出し、この信号を回転モーターにフィードバックして、この回転数を制御するか、またはこの回転モーターにランダムの信号を与え、周期的な回転ムラを抑えればよいということを確認して本発明を完成させた。以下にこれをさらに詳述する。

【 0 0 0 8 】

【作用】 本発明はコア偏心のない光ファイバ用ガラス母材の製造方法に関するものであり、これはいわゆる外付け法による光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法において、ターゲット部材の 1 回転における周期的な回転ムラを 2 % 以内、好ましくは 1 % 以内に納めることを特徴とするものであるが、これはこれが 2 % を超えると光ファイバのコアの偏心量が 0.6 μm 以上となり、接続損失が 0.05dB を超えてしまうためである。これにはターゲット部材の回転ムラを検出し、その信号を回転モーターにフィードバックして回転数を制御するか、または回転モーターにランダム信号を与えるという方法を採用するというものである。

【 0 0 0 9 】 本発明によるコアの偏心の少ない光ファイバ用ガラス母材の製造は多孔質ガラス母材の製造時におけるターゲット部材の 1 回転における周期的な回転ムラを 2 % 以内に納めるものであるが、このターゲット部材の回転ムラは図 1 に示したように、ターゲット部材の回転はそれが時間的には一定であるとしても、1 回転中に

この回転速度は変動しており、その変動は1回転に応じた周期性をもっている。しかして、この回転ムラ ε と直径 125 μm の光ファイバのコアの偏心量 δ との間には理

$$\text{偏心量 } \delta [\mu\text{m}] = 1/4 [1 - (1/\varepsilon + 1)] \times 125 [\mu\text{m}] \cdots (1)$$

の関係がある。

【0010】この式(1)から偏心が0.6 μm 以下のものとしては回転ムラ ε を求めると $\varepsilon \leq 0.02$ 、すなわち2%以下となり、また、多孔質ガラス母材の製造の際の回転ムラの実測値よりこの式から計算される光ファイバの偏心 δ と、実際の光ファイバの偏心 δ_a とを比較すると、図2に示したような相関があることより、 δ_a と δ がよく一致することが判った。さらにこの光ファイバのコアの偏心量 δ と接続損失の関係をしらべたところ、接続損失を0.05dB以下に抑えるためには、 δ は0.6 μm 以下、これを0.02dB以下に抑えるためには δ を0.3 μm 以下とすることが必要であることが判った。

【0011】しかして、この回転ムラ ε を2%以内に納める方法について検討したところ、これについては図3に示したように、例えば60rpmで回転しているターゲット部材の回転軸の回転ムラをロータリーエンコーダーなどの検出器を用いて検出し、この信号を回転モーターにフィードバックし制御装置(CPU)を用いて、この回転モーターの回転の回転ムラを2%以内に制御すればよい。

【0012】また、このターゲット部材の周期的な回転ムラを2%以内に納める別の方法としては、図4に示したようにこの回転モーターにランダム信号発生器からのランダム信号(2)を与えれば図5に示したように、ターゲット部材の周期的な回転ムラの回転波(1)がランダム信号波(2)によって回転波(3)のように周期が乱され、ランダムなものとなるのでこの周期的な回転ムラが無くなるという方法を採用してもよい。このランダム信号波を発生させる方法としては、例えば乱数表によりそれに対応した周波数の信号を発生させる方法が用いられる。

【0013】

項目 \ 例No.	実施例 1	比較例 1
最大回転ムラ	0.3~1.0%	2.6~6.9%
多孔質ガラス母材製造本数	98本	113本
偏心量平均値	0.19 μm	0.98 μm
最大偏心量	0.35 μm	2.01 μm
接続損失(平均値)	0.01dB	0.13dB

【0016】実施例2

実施例1と同じ方法で直径15mm ϕ 、長さ800mmの一部クラッドを有するコア用合成石英棒上にガラススートを堆

論的に考察すると

回転ムラ $\varepsilon = (R_{\text{max}}/R_{\text{min}}) - 1$ とすると、次式

【実施例】つぎに本発明の実施例、比較例をあげる。

実施例1、比較例1

直径15mm ϕ 、長さ800mmの一部クラッドを有するコア用合成石英棒を60rpmで回転させながら、この長手方向に四塩化けい素2,000ml/分、酸素ガス20リットル/分、水素ガス40リットル/分、アルゴンガス3リットル/分を供給した酸素水素火炎バーナーを60mm/分の速度で移動させ、この SiCl_4 の火炎加水分解で発生したクラッド用ガラススートをコア用合成石英棒に堆積したところ、直径が90mm ϕ で長さが800mmの多孔質ガラス母材が得られた。

【0014】しかし、この場合、ターゲット部材としての合成石英棒の回転ムラを制御するために、図3に示したようにこの回転軸にロータリーエンコーダー検出器を用いてその回転ムラを検出し、その信号を回転モーターにフィードバックし、制御装置(CPU)を用いてこの回転モーターの回転ムラを0.3~1.1%に制御して98本の多孔質ガラス母材を製造し、これを1,500 $^{\circ}\text{C}$ で透明ガラス化してガラス母材を得、これを2,100 $^{\circ}\text{C}$ で線引きして外径125 μm 、コア径9 μm のシングルモード光ファイバを得た。その偏心量平均値、最大偏心量および接続損失について測定したところ、表1に示したとおりの結果が得られたが、比較のためにこのような偏心制御手段を用いずに従来公知の方法で光ファイバ用ガラス母材113本を製造し、そのときの最大の回転ムラ、および外径125 μm 、コア径9 μm のシングルモード光ファイバとしたときのコアの偏心量平均値、最大偏心量および接続損失を測定したところ、つぎの表1に示したとおりの結果が得られた。

【0015】

【表1】

積して直径が90mm ϕ で長さが800mmの多孔質ガラス母材を製造したが、この場合、ターゲット部材としての合成石英棒の回転ムラを制御するために、図4に示したよう

にこの回転モーターにランダム信号発生器を取りつけて、これに図5の②に示すようなランダム信号を与えたところ、この回転ムラは図5の③に示すように 0.5～1.7%に制御されたので、これで86本の多孔質ガラス母材を製造し、これを $-1,500^{\circ}\text{C}$ で透明ガラス化してガラス母材を得、これを $2,100^{\circ}\text{C}$ で線引きして外径 $125\mu\text{m}$ 、コア径 $9\mu\text{m}$ のシングルモード光ファイバを得、その偏心量平均値、最大偏心量および接続損失を測定したところ、表2に示したとおりの結果が得られたが、比較のためにこのような偏心制御手段を用いずに従来公知の方法で多孔質ガラス母材 113本を製造し、このときの最大の回転ムラ、偏心量平均値、最大偏心量を測定したところ、つぎの表2に示したとおりの結果が得られた。

【0017】

【表2】

項目	例No.	実施例 2
最大回転ムラ		0.5～1.7%
周期性		なし
多孔質ガラス母材製造本数		86本
偏心量平均値		$0.24\mu\text{m}$
最大偏心量		$0.51\mu\text{m}$
接続損失(平均値)		0.02dB

【0018】

【発明の効果】本発明は光ファイバ用多孔質ガラス母材

の製造方法に関するものであり、これは前記したように、外付け法による光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法において、ターゲット部材の1回転における周期的な回転ムラを2%以内に納めることを特徴とするものであり、これはターゲット部材の回転ムラをロータリーエンコーダーなどで検出し、その信号を回転モーターにフィードバックして回転数を制御するか、回転モーターにランダム信号を与えるというものであるが、これによれば得られる光ファイバ用多孔質ガラス母材を透明ガラス化して得られるガラス母材はコア偏心量の少ないものとしてできるので、これから作られる光ファイバもコア偏心の少ない、したがって接続損失を0.05dB以下以下の小さいものとしてできるという有利性が与えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ターゲット部材の1回転における時間(秒)と回転速度(rpm)との関係図を示したものである。

【図2】多孔質ガラス母材の偏心計算値(δ_c)と偏心実測値(δ_a)との相関図を示したものである。

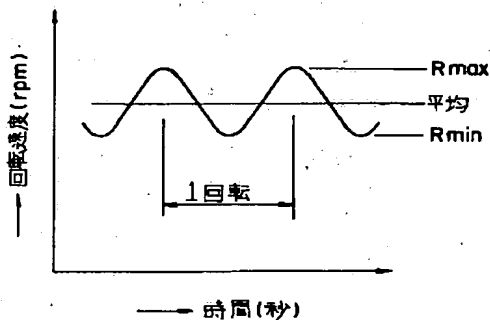
20 【図3】本発明の方法によりターゲット部材の回転ムラを制御装置(CPU)を用いて制御する装置の縦断面図を示したものである。

【図4】本発明の方法によりターゲット部材の回転ムラを検出し、これをランダム信号を用いて制御する装置の縦断面図を示したものである。

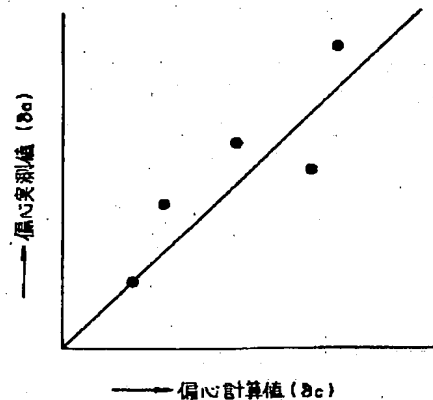
【図5】ターゲット部材の回転波、ランダム信号波およびこのランダム波で変動されたターゲット部材の回転数との相関図を示したものである。

【図6】公知の光ファイバにおけるコア中心Aとクラッド中心Bとのズレ(偏心)を示したものである。

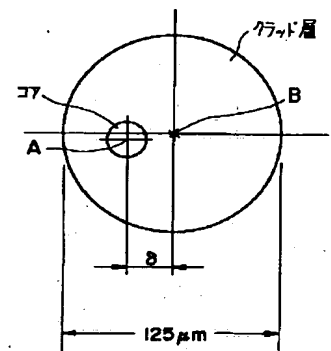
【図1】



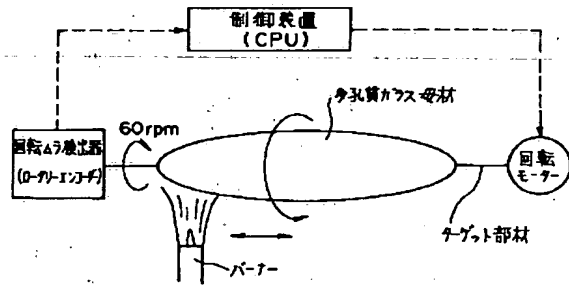
【図2】



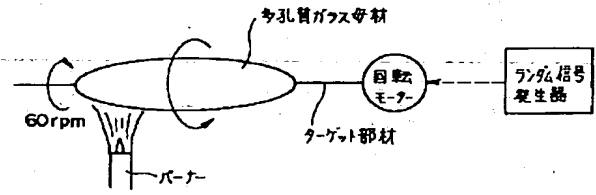
【図6】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

